



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: 196 28 551.8
22 Anmeldetag: 16. 7. 96
43 Offenlegungstag: 20. 2. 97

DE 196 28 551 A 1

30 Innere Priorität: 32 33 31

04.08.95 DE 195286529

71 Anmelder:

ifm electronic GmbH, 45127 Essen, DE

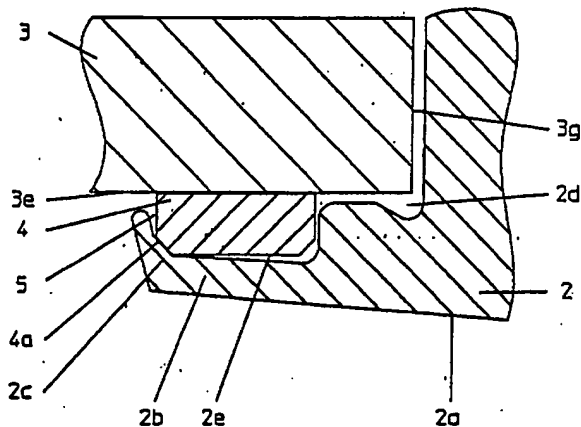
72 Erfinder:

Kathan, Benno, 88142 Wasserburg, DE; Schütze,
Jörg, 88142 Wasserburg, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Druckmeßgerät und Druckmeßanordnung

57 Die Erfindung betrifft Druckmeßanordnungen und Druck- oder Kraftmeßgeräte zur statischen oder dynamischen Druckmessung, insbesondere für hohe Drücke oder Kräfte, in deren Gehäuse u. a. eine Druck- oder Kraftmeßzelle enthalten ist, z. B. eine piezoresistive oder kapazitive Meßzelle. Problematisch ist bei derartigen Geräten die Lebensdauer und chemische Resistenz der Dichtung. Das erfindungsgemäße Druckmeßgerät besteht im wesentlichen aus einem Gehäuse (2), einer Dichtung (4) zwischen dem Druckmedium und dem Innenraum (2d) des Gehäuses (2), einer Druckmeßzelle (3), deren erste Hauptfläche (3e) dem Druckmedium (4) ausgesetzt ist und die bei Druckbelastung eine Durchbiegung aufweist, die zu einer Relativbewegung zwischen Druckmeßzelle (3) und Gehäuse (2) im Bereich der Dichtung (4) führt. Das Gehäuse (2) ist im Bereich der Dichtung (4) so ausgebildet, daß es federelastische Eigenschaften aufweist. Die erfindungsgemäße Druckmeßanordnung besteht aus einem Flansch (7) mit einem konischen Dichtsteg (7b) im Durchgangsloch (7f) und einem Druckmeßgerät (9) mit einem rotationssymmetrischen Gehäuse (2) im Bereich des Flansches (7). Der Dichtsteg (7b) ist als Dichtfedersteg ausgebildet.



DE 196 28 551 A 1

Die Erfindung betrifft Druckmeßanordnungen und Druck- oder Kraftmeßgeräte, insbesondere für hohe Drücke oder Kräfte, in deren Gehäuse u. a. eine Druck- oder Kraftmeßzelle enthalten ist, z. B. eine piezoresistive oder kapazitive Meßzelle. Eine kapazitive Druckmeßzelle besteht im wesentlichen aus einem Grundkörper (z. B. Keramik) und einer mit ihm verbundenen Membran (z. B. Keramik) und Elektroden, deren Abstandsänderung aufgrund der Membrandurchbiegung eine Kapazitätsänderung bewirkt. Eine Dichtung zwischen dem Meßgerätegehäuse und der Druckmeßzelle verhindert das Eindringen des Druckmediums in den Innenraum des Gehäuses.

Für derartige Dichtungen werden gummielastische O-Ringe aus Elastomeren verwendet, z. B. wenn die Druckmeßzelle aus nichtmetallischem Material (z. B. Keramik) und das Gehäuse aus metallischem Material (z. B. V4A) besteht.

Ein Beispiel hierfür sind kapazitive Druckmeßgeräte der Serie Cerabar des Typs PMC731-R12S1E19Y4 der Firma Endress & Hauser GmbH (Druckmeßbereich 0—40 bar, zylindrische Keramikdruckmeßzelle). Sie weisen wie alle anderen bekannten Druckmeßgeräte mit nichtmetallischer Membran bzw. Druckmeßzelle im Bereich der Druckmeßzelle und der Elastomer-Dichtung aufgrund der Gehäusestärke von mehreren Millimetern eine hohe Gehäusestabilität auf. Wegen der guten Korrosionsbeständigkeit der Keramikmembran sind Trennmembranen und Druckmittler eigentlich nicht notwendig. Die gummielastischen Dichtungen sind jedoch verschleißanfällig. Deshalb werden häufig wellenförmige Edelstahltrennmembranen eingesetzt.

Das oben genannte Endress & Hauser-Druckmeßgerät ist frontbündig ausgeführt, d. h. die mediumseitige Membranoberfläche liegt sehr nahe am Gehäuseende, während bei nichtfrontbündigen Druckmeßgeräten das Druckmedium über einen mehr oder weniger langen Kanal des massiven Gehäuses zur Druckmeßzelle gelangt (siehe z. B. deutsche Patentanmeldung P 44 16 978.7, Fig. 1, und Druckschrift "Kapazitiver keramischer Drucksensor hoher Stabilität für die Prozeßmeßtechnik" von Drewes, Friedrich, Hegner, Klähn und Schmidt).

Bei frontbündigen Druckmeßgeräten läßt sich ein kleiner Totraum realisieren, der für den Einsatz von Druckmeßgeräten in der Lebensmittel-, Chemie-, Pharma- und Papierherstellung wichtig ist. Ein kleiner Totraum bedeutet wenig Spalten und Hohlräume, die bei einem Mediumswechsel zu Schwierigkeiten bei der Beseitigung des alten Mediums führen könnten (siehe z. B. Prospekt "Totraumfreie Instrumentierung — Inline-Kontroll- und Meßtechnik" der Firma Tuchenhagen).

Derartige Anordnungen von Druckmeßzelle, Gehäuse und O-Ring sind hinsichtlich der Dichtigkeit bzw. Lebensdauer des O-Rings nicht unproblematisch, auch bereits bei mittleren Drücken (20—40 bar). Dies ist z. B. aus der Druckschrift "Übersicht über verschiedene Aufnehmerprinzipien für die elektrische Druckmessung" von R. Hellwig, Seite 2.5, Abschnitt 2.3.2, bekannt. Denn in der Regel tritt keine statische Dauerbelastung und Dauerverformung auf, sondern eine dynamische Beanspruchung, die aufgrund der Bewegung und Verformung des O-Ringes zu häufiger Überschreitung der Festigkeits- und Dehnbarkeitsgrenzen und somit zur Zerstörung des O-Ringes führen kann. Bei sich ständig wiederholender Verformung wird das Material infolge in-

nerer Reibung geschädigt, wodurch zunächst kleine Risse auftreten, die wachsen und schließlich zum Bruch führen können.

O-Ringe für Abdichtungszwecke allgemein werden aus sehr verschiedenen Materialien gefertigt. Es kommen vor allem Elastomere (z. B. Acrylnitril-Butadien-Kautschuk und Acrylat-Kautschuk) zur Anwendung. Dichtelemente aus thermoplastischen Werkstoffen unterscheiden sich nach den verwendeten Grundwerkstoffen. Sie sind in vielen Fällen durch Einarbeiten bestimmter Zusätze variierbar und können so gezielt auf den Verwendungszweck des herzustellenden Teiles abgestimmt werden. Elastomere sind weitmaschig temperaturstabil vernetzte Polymere, die von kleiner 20 Grad Celsius bis zum Temperaturbereich chemischer Zersetzung nicht fließbar werden, sondern weitgehend temperaturunabhängig gummielastisch reversibel verformbar sind. Ein Körper ist elastisch, wenn er nach einer erzwungenen Verformung relativ schnell wieder seine ursprüngliche Gestalt annimmt (z. B. Metallfeder). Ein Körper, der seine Verformung behält, ist plastisch oder viskos (z. B. Knetgummi). Ein viskoelastischer Körper ist beides zugleich. Charakteristisch für viskoelastisches Verhalten ist, daß bei der Rückfederung der ursprüngliche Zustand nicht sofort nach Entlastung, sondern je nach Bedingungen erst allmählich erreicht wird.

Diese Eigenschaft ist für gummielastische O-Ring-Dichtungen charakteristisch. Die Elastizität ist ebenso wie die Deformierbarkeit abhängig von der Temperatur und vor allem vom zeitlichen Verlauf des Deformationsvorganges. Temperatur-, Temperaturwechsel-, Druck- und Druckwechselbelastung bestimmen entscheidend die Lebensdauer von gummielastischen O-Ringen. Deren Anwendung zur Abdichtung von Druckmeßzelle und Gehäuse ist, wie oben beschrieben, bereits bei mittleren Drücken problematisch, wenn es zu Relativbewegungen der abzudichtenden Teile (Membran/Druckmeßzelle und Gehäuse) kommt. Derartige Relativbewegungen können verursacht werden durch Temperaturwechsel in Kombination mit unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der abzudichtenden Teile und durch Druckänderungen, die zu unerwünschten Bewegungen (axial und radial) der Membran- bzw. Druckmeßzellenoberfläche in deren Randbereich (d. h. im Bereich der Dichtung) führen (siehe deutsche Patentanmeldung P 44 16 978.7). Diese Bewegung ist an der Membrankante am größten und besonders bei kapazitiven Druckmeßgeräten ohne Druckmittler kritisch, die eine relativ dicke Keramikmembran aufweisen. Die Größe dieser Bewegung hängt ab vom Druck, vom Membrandurchmesser, vom Innendurchmesser des Abstandshalters, von der Dicke der Druckmeßzelle (auch der recht stabile Grundkörper weist eine Durchbiegung auf) sowie den mechanischen Eigenschaften von Membran, Abstandhalter und Grundkörper. Besonders beim Einsatz in der Lebensmittelindustrie ist der Einsatz relativ weicher gummielastischer O-Ring-Dichtungen wegen der hohen Temperaturschockbelastung problematisch. Es lassen sich zwar prinzipiell auch härtere Dichtungen einsetzen, die in der Regel auch eine etwas bessere chemische Resistenz aufweisen, jedoch muß dann ein stärkerer O-Ring verwendet werden, der die Frontbündigkeit verschlechtert (größerer Totraum) und eine größere Angriffsfläche für abrasive Medien bildet.

Nicht nur die dauerhafte Dichtigkeit zwischen Druckmeßzelle und dem Gehäuse des Druckmeßgerätes ist wichtig, sondern auch die zwischen Flansch und Druckmeßgerät. Bekannt ist ein Flansch der Firma WIKA für

das frontbündige Einschrauben eines Niederdruckmeßgerätes. Flansch und Druckmeßgerät weisen einen metallischen Dichtkonus auf. Die Dicke des konischen Dichtsteges beträgt 5 mm. Nachteilig an dieser Lösung ist, daß sie bei größeren Drücken hinsichtlich der Dichtigkeit problematisch sein kann. Nachteilig ist auch, daß die Kraft, mit der das Druckmeßgerät im eingeschraubten Zustand gegen den konischen Steg des Flansches drückt, sehr unterschiedlich sein kann. Ist die Kraft zu groß, kann dies die Kennlinie oder die Funktionsfähigkeit des Druckmeßgerätes negativ beeinflussen.

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, die obengenannten Nachteile zu vermeiden, insbesondere Dichtigkeitsprobleme im Bereich Flansch — Druckmeßgerät bzw. Druckmeßzelle — Gehäuse zu lösen und ein Druckmeßgerät bzw. Druckmeßanordnung anzugeben, das bzw. die besonders für den frontbündigen Einbau geeignet ist. Außerdem soll eine dauerhafte Dichtigkeit bei hohen Drücken bzw. häufigen Druck- oder Temperaturwechseln erreicht werden.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gemäß einer ersten Variante bei einem Druckmeßgerät zur statischen oder dynamischen Druckmessung, das im wesentlichen aus einem Gehäuse, einer Dichtung zwischen dem Druckmedium und dem Innenraum des Gehäuses, einer Druckmeßzelle, deren erste Hauptfläche dem Druckmedium ausgesetzt ist und die bei Druckbelastung eine Durchbiegung aufweist, die zu einer Relativbewegung zwischen Druckmeßzelle und Gehäuse im Bereich der Dichtung führt, dadurch gelöst, daß das Gehäuse im Bereich der Dichtung so ausgebildet ist, daß es federelastische Eigenschaften aufweist.

Es wurde also erkannt, daß es nicht zwangsläufig notwendig ist, das Gehäuse im Bereich von Druckmeßzelle und Dichtung entsprechend dem zulässigen Maximaldruck sehr stabil auszuführen. Im Gegenteil, dadurch daß die Gehäusestärke in diesem Bereich drastisch reduziert und so ausgebildet wurde, daß es definierte federelastische Eigenschaften aufweist, kann es eine Funktion übernehmen bzw. mitübernehmen, die bisher der O-Ring-Dichtung vorbehalten war, nämlich die Anpassung an Änderungen des Querschnittes des Dichtspaltes (Abstand Druckmeßzelle-Gehäuse). Außerdem wird der Grad der maximalen Verformung der O-Ring-Dichtung reduziert (sowohl bei dynamischer Druckbelastung als auch bei statischer Druckbelastung durch schnelle Temperaturwechsel bei unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Druckmeßzelle und Gehäuse; in beiden Fällen wird der O-Ring dynamisch belastet, d. h. es findet eine Relativbewegung zwischen Dichtmittel (O-Ring) und den Anlageflächen der abzudichtenden Teile statt). Auf diese Weise läßt sich die Lebensdauer der gummielastischen Dichtung erhöhen. Dies gilt besonders bei hohen Drücken.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich bezüglich der Kennlinie des Druckmeßgerätes, die sich durch eine geeignete federelastische Ausbildung des stirnseitigen Teils des Gehäuses verbessern läßt.

Durch die federelastische Ausbildung des stirnseitigen Teils des Gehäuses ist es auch möglich, härtere gummielastische Dichtungen einzusetzen, die in der Regel auch eine höhere Lebensdauer und eine bessere chemische Resistenz aufweisen. Außerdem kann die Querschnittsfläche der Dichtung verringert werden. Dies ist günstig bezüglich abrasiver Medien (in Kombination mit einer besonders beständigen Keramikmembran) und führt außerdem zu einem verringerten Totraum, der bei frontbündigen Geräten wichtig ist.

Die Erfindung ist dann besonders vorteilhaft anwendbar, wenn hohe Drücke oder hohe Druckänderungsgeschwindigkeiten auftreten, wenn die thermischen Ausdehnungskoeffizienten der abzudichtenden Teile (Membran/Druckmeßzelle, Gehäuse) unterschiedlich sind und die Membran einstückig ausgebildet ist (z. B. Keramikmembran einer kapazitiven Druckmeßzelle mit rechteckförmigem Querschnitt).

Bei einer derartigen Gestaltung des Druckmeßgerätes kann es auch möglich und vorteilhaft sein, eine gummielastische Dichtung mit rechteckförmigem oder annähernd rechteckförmigem Querschnitt einzusetzen, die beispielsweise mit PTFE beschichtet sein kann, um die chemische Beständigkeit gegen aggressive Medien zu erhöhen. Natürlich sind auch PTFE-beschichtete O-Ring-Dichtungen einsetzbar.

Durch die erfindungsgemäße Lösung ist es sogar möglich, für die Dichtung ausschließlich nichtelastische oder wenig elastische Werkstoffe, z. B. Thermoplaste einzusetzen, zu denen die besonders chemisch beständigen Materialien wie PTFE, Ethylen-Tetrafluorethylen-Copolymerisat (ETFE) und Perfluotalkoxy-Copolymerisat (PFA) gehören. Hierdurch lassen sich problemlos dauerhafte Abdichtungen bis 200 bar und mehr erreichen. Es entfällt auch die Notwendigkeit, den Dichtungswerkstoff auf das Medium abzustimmen, wie es bei bekannten Druckmeßgeräten mit gummielastischen O-Ringen notwendig ist. Hierdurch kann die Anzahl unterschiedlicher Gerätetypen reduziert (effektivere Lagerhaltung) bzw. die Konstruktion des Gerätes vereinfacht werden, weil eine Auswechselbarkeit der Dichtung beim Einsatz derartig chemisch resistiver Materialien in den meisten Fällen nicht notwendig ist.

Diese Lösung ist besonders für die Lebensmittelindustrie geeignet, weil eine hohe Temperaturschockunempfindlichkeit und chemische Resistenz gegeben ist. Außerdem lassen sich kleinere Dichtungsquerschnitte als bei gummielastischen Dichtungen und somit eine verbesserte Beständigkeit gegen abrasive Medien sowie eine verbesserte Frontbündigkeit (kleinerer Totraum, kleinerer Strömungswiderstand) erreichen.

Durch den verringerten Querschnitt des Gehäuses im Bereich der Dichtung läßt sich ebenfalls eine verbesserte Frontbündigkeit (kleinerer Totraum, kleinerer Strömungswiderstand) erreichen.

Vorteilhaft weist das Gehäuse im Bereich der dem Druckmedium zugewandten Hauptfläche (Membran) der Druckmeßzelle einen Dichtfedersteg mit einer Nut zur Aufnahme der Dichtung auf. Der Dichtfederstegnase am Ende des Dichtfederstegs kommt beim Einsatz von thermoplastischen Dichtungen mit Kaltfließ Eigenschaften (z. B. PTFE) besondere Bedeutung zu. Die Höhe und die Gestaltung der Dichtfederstegnase kann so auf den Dichtungswerkstoff abgestimmt werdend daß ein Kaltfließen in bestimmter Art und Weise stattfindet und sich so ein Druckmeßgerät mit geringem Totraum realisieren läßt, das besonders für die Lebensmittelindustrie geeignet ist. Der Abstand zwischen Dichtfedersteg und Membran auf der anderen Seite der Dichtung wird so gewählt, daß er bei entsprechender Vorspannung des Dichtfederstegs minimal ist.

Prinzipiell ist es aber auch möglich, die Dichtung auf der Außenseite (Seitenfläche) der Druckmeßzelle anzubringen. Dies kann beispielsweise in der Weise geschehen, daß die Dichtung mit der Membranoberfläche bündig abschließt. Der elastische Dichtfedersteg liegt ebenfalls im Bereich der Seitenfläche. Dichtfedersteg und/oder Außenseite der Membran können eine Nut aufwei-

sen, um ein Herausrutschen von Dichtung oder Druckmeßzelle zu erschweren oder zu verhindern. Die Kante der Membran kann auch abgeschrägt und die Dichtung L-förmig ausgebildet sein, so daß sie an der Seitenfläche und der Schräge anliegt. Die Dichtfederstegnase liegt auf der Stirnseite der Dichtung. Die Dichtung kann auch L-förmig ausgebildet sein (mit oder ohne Schräge) und bis auf die Hauptfläche der Membran herumreichen (siehe Ausführungsbeispiele).

Optimale Eigenschaften des Druckmeßgerätes lassen sich erreichen, wenn Gehäuse und Druckmeßzelle eine rotationssymmetrische Form aufweisen. Die Druckmeßzelle muß nicht zweiteilig ausgebildet sein wie bei kapazitiven Druckmeßzellen (Membran und Grundkörper, die über einen Abstandshalter verbunden sind), auch eine einteilige Ausbildung (Membran) wie bei piezoresistiven Druckmeßzellen ist möglich.

Eine zweite Variante der Erfindung betrifft eine Druckmeßanordnung, die aus einem Flansch mit einem konischen Dichtsteg im Durchgangsloch des Flansches und einem Druckmeßgerät mit einem rotationssymmetrischen Gehäuse im Bereich des Flansches besteht. Erfindungsgemäß ist der Dichtsteg als Dichtfedersteg ausgebildet. Der federelastische Dichtsteg ermöglicht eine sichere Abdichtung, insbesondere bei hohen Drücken, z. B. 50—500 bar. Um dies zu erreichen, weist die Dichtschräge zur Längsachse des Flansches einen Winkel von 15—35 Grad auf. Vorzugsweise ist im nichtgefügt Zustand der Winkel der Dichtschräge des Gehäuses des Druckmeßgerätes 0,75—8 Grad größer als der Winkel der Dichtschräge des Dichtsteges. Beim Fügen von Gehäuse und Flansch liegen die Dichtschrägen also nicht parallel zueinander wie bei der bekannten Lösung, sondern in einem spitzen Winkel. Es wird also keine breite Berührungsfläche, sondern nur eine Berührungslinie bzw. eine schmale Berührungsfläche erzeugt, die eine gute Dichtwirkung erzeugt. Vorteilhaft ist es, wenn der Dichtsteg sich in Richtung der Dichtschräge verjüngt.

Um den Maximalwert der auf die Dichtschrägen wirkenden Kraft zu begrenzen, weist das Gehäuse des Druckmeßgerätes einen Vorsprung auf, der die Einbautiefe des Druckmeßgerätes begrenzt. Hierdurch werden Verformungen oder Beschädigungen des Druckmeßgerätes (bzw. der Druckmeßzelle) im Bereich der Dichtschräge vermieden, die zu Meßfehlern oder zum Totalausfall des Druckmeßgerätes führen können. Durch das Zusammenwirken von Einbautiefenbegrenzung und federelastischem Dichtsteg können auch die negativen Auswirkungen unterschiedlicher thermischer Ausdehnungskoeffizienten in einem großen Temperaturbereich kompensiert werden. Um eine optimale Dichtwirkung zu erzielen, bestehen zumindest beide Dichtschräge aus dem selben Material, vorzugsweise besteht der gesamte Flansch und das Gehäuse des Druckmeßgerätes im Bereich des Flansches aus dem selben Material, z. B. Edelstahl. Der Mittenrauhwert der Dichtschrägen gemäß der Norm DIN 4768 sollte maximal 1,2 Mikrometer betragen. Für Anwendungen in der Lebensmittelindustrie und chemischen Industrie ist es vorteilhaft, wenn das Gehäuse des Druckmeßgerätes bezüglich des Flansches frontbündig positioniert ist und der Dichtsteg des Flansches einen Teil des frontbündigen Bereiches bildet. Hohlräume und Spalte, die eine Reinigung erschweren, werden somit vermieden.

Vorzugsweise wird für die zweite Variante der Erfindung ein Druckmeßgerät entsprechend der ersten Variante der Erfindung verwendet.

Die Erfindung ist auch für die Realisierung nichtfront-

bündiger Druckmeßgeräte und Druckmeßanordnungen geeignet.

Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Fig. 1—6 erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 Längsschnittdarstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines Teils eines erfindungsgemäßen frontbündigen Druckmeßgerätes

Fig. 2 Längsschnittdarstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels eines Teils eines erfindungsgemäßen frontbündigen Druckmeßgerätes

Fig. 3 Längsschnittdarstellung eines bekannten Flansches

Fig. 4 Längsschnittdarstellung des Details Z der Fig. 5

Fig. 5 Darstellung eines erfindungsgemäßen Druckmeßgerätes

Fig. 6 Längsschnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Flansches.

Fig. 1 zeigt den Aufbau eines Teils eines erfindungsgemäßen Druckmeßgerätes im Bereich der Dichtung 4, die einen annähernd rechteckförmigen Querschnitt und eine angeschrägte Kante aufweist und sich im Randbereich der ersten Hauptfläche 3e der kapazitiven rotationssymmetrischen Druckmeßzelle 3 befindet. Der stirnseitige Teil 2a des rotationssymmetrischen metallischen Gehäuses 2 ist im Bereich des Dichtfedersteges 2b elastisch federnd ausgebildet. Bei Verwendung einer gummielastischen Dichtung 4 wird hierdurch der Grad der maximalen Verformung vermindert und so deren Lebensdauer erhöht. Wird eine keramische kapazitive Meßzelle 3 mit einer einstückig ausgebildeten Membran (3c) und ein metallisches Gehäuse 2 (z. B. V4A) verwendet, so ist die Differenz der thermischen Ausdehnungskoeffizienten besonders groß. In solchen Fällen kommt der Vorteil der Erfindung besonders zum Tragen, weil bei einem Temperaturwechsel eine große Relativbewegung von Druckmeßzelle 3 und Gehäuse 2 stattfindet, insbesondere im Bereich der Membrankante. Diese Relativbewegung beansprucht die gummielastische Dichtung besonders bei tiefen und hohen Temperaturen.

Eine große Relativbewegung findet auch bei hohen Drücken bzw. bei einem Wechsel von einem geringen zu einem großen Druck und umgekehrt statt. Deshalb kann es von Vorteil sein, für die Dichtung 4 einen beschichteten O-Ring oder Rechteckring zu verwenden. Durch diese Beschichtung läßt sich die Beständigkeit gegen chemisch aggressive Medien erhöhen. Ein geeignetes Material hierfür ist z. B. Polytetrafluorethylen (PTFE), das eine sehr geringe Haftreibung aufweist.

Durch die konstruktive Gestaltung des stirnseitigen Teils 2a des Gehäuses 2 ist es aber auch möglich, statt der üblicherweise verwendeten gummielastischen Dichtungen für derartige Abdichtungen eine nichtelastische Dichtung 4 in O-Ring- oder Rechteckform zu verwenden, z. B. ein Thermoplast. Hierfür eignet sich besonders reines PTFE aufgrund seiner Kaltfließ Eigenschaften zur Minimierung des Totraumes 5 (siehe Fig. 2) und der besonders guten chemischen Beständigkeit. Auch die Verwendung von mehr oder weniger elastischen Thermoplasten ist möglich. PTFE-Dichtungen 4 mit rechteckförmigem Querschnitt weisen gute Dichteigenschaften auf, sind recht kostengünstig herstellbar und bedeutend billiger als PTFE-beschichtete O-Ringe mit Elastomerkern. Statt PTFE kann auch Ethylen-Tetrafluorethylen-Copolymerisat oder Perfluoralkoxy-Copolymerisat (PFA) verwendet werden, deren chemische Beständigkeit jedoch nicht ganz an die von PTFE heranreicht.

Vorzugsweise ist das Druckmeßgerät so konstruiert, daß die Kraft, mit der der Dichtfedersteg 2b gegen die Dichtung 4 gedrückt wird, einstellbar ist. Hierdurch ist eine optimale Anpassung an verschiedene Parameter wie Dichtfedersteg- und Dichtungseigenschaften, Art der Druckmeßzelle, maximaler Höchstdruck, Betriebstemperaturbereich usw. möglich. Die Krafteinstellung kann z. B. über den Abstützring 1 erfolgen, der kraftschlüssig (z. B. über ein nichtdargestelltes Gewinde 1a) mit dem Gehäuse 2 und dessen nichtdargestelltem Innengewinde 2h erbunden ist (siehe deutsche Patentanmeldung P 44 16 978.7). Der Innendurchmesser der Dichtung 4 sollte bei Verwendung einer kapazitiven Druckmeßzelle 3 mit Membran 3c, Abstandshalter 3b (z. B. ein Glaslot), Grundkörper 3a und im Innenraum 3f angeordneten nicht dargestellten Elektroden so gewählt werden, daß er nicht kleiner ist als der Innendurchmesser des Abstandshalters 3b, damit die Dichtung 4 die Kennlinie der Druckmeßzelle 3 nicht beeinflußt.

Um die fertigungstechnischen Probleme bei der Herstellung des Gehäuses 2 zu verringern, wird vorgeschlagen, den stirnseitigen Teil 2a des Gehäuses 2 zweiteilig auszuführen. Dies könnte z. B. in der Art und Weise geschehen, daß der Teil des Gehäuses 2, der Berührung mit dem Medium hat, aus einer federnden Ringscheibe gefertigt ist, die auch den Dichtfedersteg 2b mit Nut 2e umfaßt. Die federnde Ringscheibe kann mit dem eigentlichen Gehäuse durch Klebung verbunden sein.

Das Druckmeßgerät kann ein nichtdargestelltes Außengewinde 2f und eine Dichtschräge 2g aufweisen und in einen Flansch 7 eingeschraubt sein. Die Abdichtung erfolgt über eine Dichtung 6, die z. B. ein gummielastischer O-Ring sein kann. Auch ein nichtelastischer PTFE-Ring mit rechteckigem Querschnitt könnte bei entsprechender Gestaltung von Dichtschräge 2g und Flansch 7 zur Anwendung kommen. Die Abdichtung ist jedoch nicht kritisch, da die thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Gehäuse 2 und Flansch 7 (z. B. V4A) gleich oder annähernd gleich sind (metallische Materialien).

Der Anwender hat hier die Möglichkeit, speziell auf das Medium abgestimmte Dichtungen einzusetzen, weil es sich meistens um genormte Anschlüsse handelt.

Gehäuse 2 und Flansch 7 sind so gestaltet, daß der Totraum im Bereich der Dichtung 6 minimal ist.

Ein erfindungsgemäßes 400-bar-Druckmeßgerät könnte z. B. folgende Merkmale aufweisen: Durchmesser der kapazitiven Keramikdruckmeßzelle 3: 21 mm, Membrandicke 2,5 mm, maximale Durchbiegung der Membran 3c: 10 Mikrometer, Innendurchmesser der PTFE-Dichtung 4: 15 mm, Außendurchmesser: 20 mm, Dicke: 0,8 mm, minimale und maximale Stärke des V4A-Dichtfederstegs 2b im Bereich des Nutbodens: 0,3 mm und 1 mm, Höhe der Dichtfederstegnase 0,15 mm, minimaler und maximaler Abstand des Nutbodens zur Unterseite der Dichtung 4 ohne Vorspannung durch den Abstützring 1: 0 mm (im Bereich Dichtfederstegnase 2c) und 0,07 mm, Krafteinwirkung auf den Dichtring bei 200 bar: etwa 1500 N.

Fig. 2 zeigt einen stark vergrößerten, nicht maßstabgetreuen Längsschnitt eines Teils eines erfindungsgemäßen frontbündigen Druckmeßgerätes im Bereich der Dichtung 4.

Der Totraum ist hier durch eine entsprechende Gestaltung der Dichtfederstegnase 2c und der abgeschrägten mediumseitigen Kante 4a der PTFE-Dichtung 4 recht klein. Durch die Kaltfließigkeit des reinen

PTFE und durch die große Krafteinwirkung des Dichtfederstegs 2b auf die Dichtung 4 bei Vorspannung durch den Abstützring 1 auch bei vorhandenem Mediumsdruck wird bei entsprechender Gestaltung der Dichtfederstegnase 3c in Abhängigkeit von den Kaltfließigkeiten der Dichtung 4 der Totraum 5 durch das Hervorquellen (Kaltfließen) des PTFE aufgefüllt und somit verkleinert.

Diese Eigenschaft wird nicht nur durch die Form der Dichtfederstegnase 3c erreicht, sondern auch durch die Gestaltung der Dichtung 4 und der Nut 2e erreicht. Die Dichtung 4 weist hier eine konstante Dicke auf, die Nuttiefe ist im Bereich der mediumseitigen Kante 4a am geringsten.

Bei entsprechender Vorspannung des Dichtfedersteg 2b berührt dieser die Unterseite der Dichtung 4 fast vollständig. Durch diese Gestaltung lassen sich optimale Dichteigenschaften und ein minimaler Totraum 5 erreichen.

Alternativ ist es auch möglich, den Nutboden parallel zur ersten Hauptfläche 3e der Druckmeßzelle 3 verlaufen zu lassen und die Dicke der Dichtung 4 so zu variieren, daß sie im Bereich der mediumseitigen Kante am größten ist. Auch eine Kombination dieser beiden Möglichkeiten ist denkbar.

Fig. 4 zeigt im Maßstab 2 : 1 ein weiteres Ausführungsbeispiel für einen erfindungsgemäßen Dichtfedersteg mit Druckmeßzelle und Dichtung.

Fig. 3 zeigt einen bekannten Flansch im Maßstab 2 : 1 (alle Angaben in Millimeter) mit Dichtschräge 7b für den frontbündigen Einbau eines Druckmeßgerätes für einen Meßbereich von 0,1—25 bar. Die Dicke des Dichtsteges 7c beträgt 5 mm, im Bereich der Dichtschräge 7b etwa 4 mm. Er weist eine Phase 7e auf. Die große Dicke des Dichtsteges 7c ist notwendig, da beim Einschrauben des Druckmeßgerätes große Kräfte auftreten können.

Die Dichtschräge des Druckmeßgerätes liegt parallel zur Dichtschräge 7b des Flansches 7.

Die Fig. 5 und 6 zeigen je ein Beispiel für ein Druckmeßgerät mit Dichtschräge 2g, Sechskant 2i und Gewinde 2f und einen Flansch 7 mit federelastischem Dichtsteg 7c und Dichtschräge 7b gemäß der Erfindung. Der Winkel Gamma der Dichtschräge 2g beträgt 20 Grad, der Winkel Alpha der Dichtschräge 7b 23 Grad. Beim Einschrauben des Druckmeßgerätes 9 in den Flansch treffen beide Dichtschrägen 2g und 7b unter einem relativ kleinen spitzen Winkel von 3 Grad aufeinander. Die Einschraubtiefe ist durch die Unterseite 2j des Vorsprungs 2k begrenzt, die auf der Oberseite 7d des Flansches 7 aufliegt. Dies hat unter anderem den Vorteil, daß kein teurer Drehmomentenschlüssel benutzt werden muß, sondern z. B. ein einfacher Maulschlüssel zum Einschrauben mittels des Sechskantes 2i ausreichend ist. Auch bei zu großen Einschraubkräften, die am Sechskant 2i wirken (z. B. durch unqualifiziertes Personal), ist sichergestellt, daß die Kraft im Bereich der Dichtschrägen innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbandes liegt. Wichtig ist, daß die Maße A, C und H und die Winkel Alpha, Beta und Gamma hinreichend genau eingehalten werden. Vorzugsweise weist der Dichtsteg eine Phase 7e auf, deren Winkel Beta 5—17 Grad beträgt.

In manchen Fällen kann es angebracht sein, eine zweite Dichtung 8 auf der Unterseite des Vorsprungs 2k anzubringen.

Bezugszeichenliste

1 Abstützring

1a Gewinde	
2 Gehäuse	
2a stirnseitiger Teil des Gehäuses	
2b Dichtfedersteg	
2c Dichtfederstegnase	5
2d Innenraum	
2e Nut	
2f Außengewinde	
2g Dichtschräge	
2h Innengewinde	10
2i Sechskant	
2j Unterseite	
2k Vorsprung	
3 Druckmeßzelle	
3a Grundkörper	15
3b Abstandshalter	
3c Membran	
3d zweite Hauptfläche	
3e erste Hauptfläche	
3f Innenraum	20
3g Außenseite	
4 Dichtung	
4a mediumsseitige Kante	
5 Totraum	
6 Dichtung	25
7 Flansch	
7a Innengewinde	
7b Dichtschräge	
7c Dichtsteg	
7d Oberseite	30
7e Phase	
7f Durchgangsloch	
7g Unterseite	
8 Dichtung	
9 Druckmeßgerät	35
A-H Maße	
α - Winkel	

Patentansprüche

1. Druckmeßgerät zur statischen oder dynamischen Druckmessung, bestehend aus einem Gehäuse (2), einer Dichtung (4) zwischen dem Druckmedium und dem Innenraum (2d) des Gehäuses (2), einer Druckmeßzelle (3), deren erste Hauptfläche (3e) dem Druckmedium (4) ausgesetzt ist und die bei Druckbelastung eine Durchbiegung aufweist, die zu einer Relativbewegung zwischen Druckmeßzelle (3) und Gehäuse (2) im Bereich der Dichtung (4) führt, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (2) im Bereich der Dichtung (4) so ausgebildet ist, daß es federelastische Eigenschaften aufweist. 45
2. Druckmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (2) einen Dichtfedersteg (2b) aufweist. 55
3. Druckmeßgerät nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Dichtfedersteg (2b) eine Nut (2e) zur Aufnahme der Dichtung (4) aufweist.
4. Druckmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtung (4) einen rechteckförmigen oder annähernd rechteckförmigen Querschnitt aufweist. 60
5. Druckmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die mediumsseitige Kante (4a) der Dichtung (4) und die Dichtfederstegnase (2c) eine solche Form aufweisen, daß der Totraum (5) minimal bzw. sehr klein ist. 65
6. Druckmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Dichtung (4) im Randbereich der ersten Hauptfläche (3e) der Druckmeßzelle (3) befindet.

kennzeichnet, daß sich die Dichtung (4) im Randbereich der ersten Hauptfläche (3e) der Druckmeßzelle (3) befindet.

7. Druckmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtung (4) elektrisch nichtleitend ist.

8. Druckmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtung (4) aus einem Thermoplast besteht.

9. Druckmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtung (4) nicht oder wenig gummielastisch ist.

10. Druckmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtung (4) Kaltfließeigenschaften aufweist.

11. Druckmeßgerät nach Anspruch 1 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtung (4) Polytetrafluorethylen (PTFE) enthält.

12. Druckmeßgerät nach Anspruch 1, 8, 9 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtung (4) nur aus reinem Polytetrafluorethylen (PTFE) besteht.

13. Druckmeßgerät nach Anspruch 1 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtung aus einem Ethylen-Tetrafluorethylen-Copolymerisat (ETFE) besteht.

14. Druckmeßgerät nach Anspruch 1 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtung aus einem Perfluoralkoxy-Copolymerisat (PFA) besteht.

15. Druckmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (2) im Bereich der Druckmeßzelle (3) eine rotationssymmetrische Form aufweist.

16. Druckmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckmeßzelle (3) eine rotationssymmetrische Form aufweist.

17. Druckmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckmeßzelle (3) eine kapazitiv arbeitende Druckmeßzelle ist, die im wesentlichen aus einer Membran (3c), einem Grundkörper (3a), einem Abstandshalter (3b) und im Innenraum (3f) angeordneten Elektroden besteht, die sich auf der Membran (3c) und dem Grundkörper (3a) befinden.

18. Druckmeßgerät nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß Gehäuse (2), Druckmeßzelle (3) und Dichtung (4) so ausgebildet und angeordnet sind, daß die Kraft, mit der die Dichtung (4) gegen den Dichtfedersteg (2b), im drucklosen Zustand des Druckmeßgerätes gedrückt wird, einstellbar ist.

19. Druckmeßgerät nach Anspruch 1, 2 und 18, dadurch gekennzeichnet, daß Gehäuse (2), Druckmeßzelle (3) und Dichtung (4) so ausgebildet und angeordnet sind, daß die Kraft, mit der die Dichtung (4) gegen den Dichtfedersteg (2b) im drucklosen Zustand des Druckmeßgerätes gedrückt wird, mittels des Abstützringes (1) einstellbar ist.

20. Druckmeßgerät nach Anspruch 1, 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Tiefe der Nut (2e) im Bereich der mediumsseitigen Kante (4a) der Dichtung (4) am geringsten ist.

21. Druckmeßgerät nach Anspruch 1, 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Dichtung (4) im Bereich der mediumsseitigen Kante (4a) der Dichtung (4) am größten ist.

22. Druckmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Membran (3c) und des Gehäuses

- (2) im Bereich der Dichtung (4) unterschiedlich sind.
23. Druckmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (3c) aus elektrisch nichtleitendem Material besteht.
24. Druckmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (3c) aus Keramik besteht. 5
25. Druckmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (3c) einen rechteckförmigen Querschnitt aufweist. 10
26. Druckmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der stirnseitige Teil (2a) des Gehäuses (2) aus einem Metall oder einer Metallegierung besteht.
27. Druckmeßgerät nach Anspruch 1 und 26, dadurch gekennzeichnet, daß der stirnseitige Teil (2a) des Gehäuses (2) aus Edelstahl, z. B. V4A, besteht. 15
28. Druckmeßgerät nach Anspruch 1 und 26, dadurch gekennzeichnet, daß der stirnseitige Teil (2a) des Gehäuses (2) zweiteilig ausgeführt ist. 20
29. Druckmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es frontbündig ausgeführt ist.
30. Druckmeßanordnung, bestehend aus einem Flansch (7) mit einem konischen Dichtsteg (7b) im Durchgangsloch (7f) und einem Druckmeßgerät (9) mit einem rotationssymmetrischen Gehäuse (2) im Bereich des Flansches (7), insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Dichtsteg (7b) als Dichtfedersteg ausgebildet ist. 25 30
31. Druckmeßanordnung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (2) einen Vorsprung (2k) aufweist, der beim Fügen von Druckmeßgerät (9) und Flansch (7) die Einbautiefe und die auf den Dichtsteg (7c) wirkende Kraft begrenzt. 35
32. Druckmeßanordnung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtschräge (7b) zur Längsachse des Flansches (7) einen Winkel α von 15 bis 35 Grad aufweist. 40
33. Druckmeßanordnung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß im nichtgefügten Zustand der Winkel γ der Dichtschräge (2g) des Gehäuses (2) 0,75 bis 8 Grad größer ist als der Winkel α der Dichtschräge (7b) des Flansches (7). 45
34. Druckmeßanordnung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß der Dichtsteg (7c) sich zur Dichtschräge (7b) hin verjüngt.
35. Druckmeßanordnung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke (F) des Dichtsteges (7c) im Bereich der Dichtschräge (7b) 0,6 bis 2,0 mm beträgt. 50
36. Druckmeßanordnung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß der Flansch (7) und das Gehäuse (2) zumindest im Bereich der Dichtschrägen (2g, 7b) aus dem gleichen Material bestehen. 55
37. Druckmeßanordnung nach Anspruch 30 und 36, dadurch gekennzeichnet, daß der Flansch (7) und das Gehäuse (2) zumindest im Bereich der Dichtschrägen (2g, 7b) aus Edelstahl, z. B. V4A, bestehen. 60
38. Druckmeßanordnung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß der Mittenrauhwert der Dichtschrägen (2g, 7b) kleiner als 1,2 Mikrometer ist. 65
39. Druckmeßanordnung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (2) bezüglich des Flansches (7) frontbündig positioniert ist

und der Dichtsteg (7c) einen Teil des frontbündigen Bereiches bildet.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

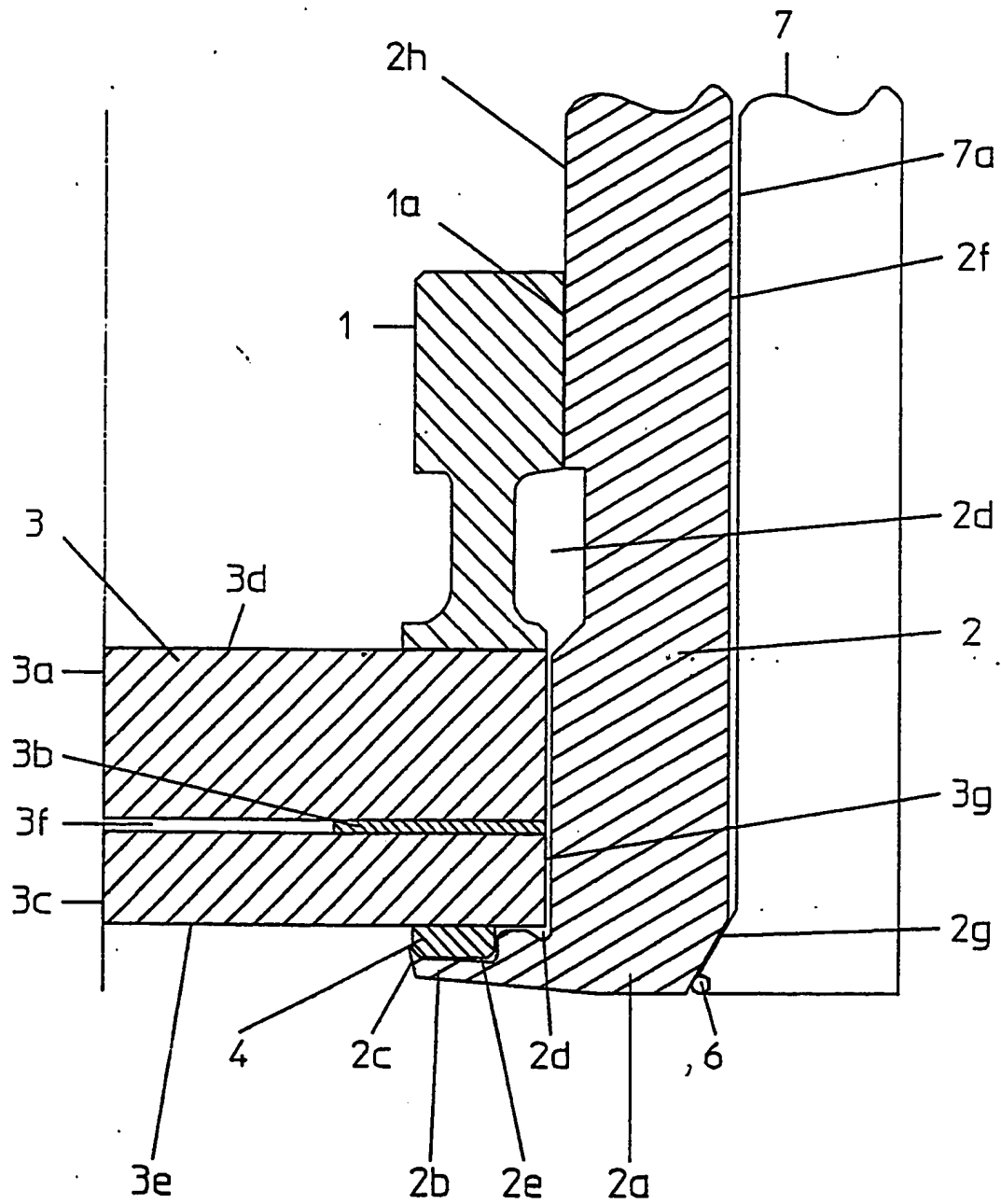


Fig.1

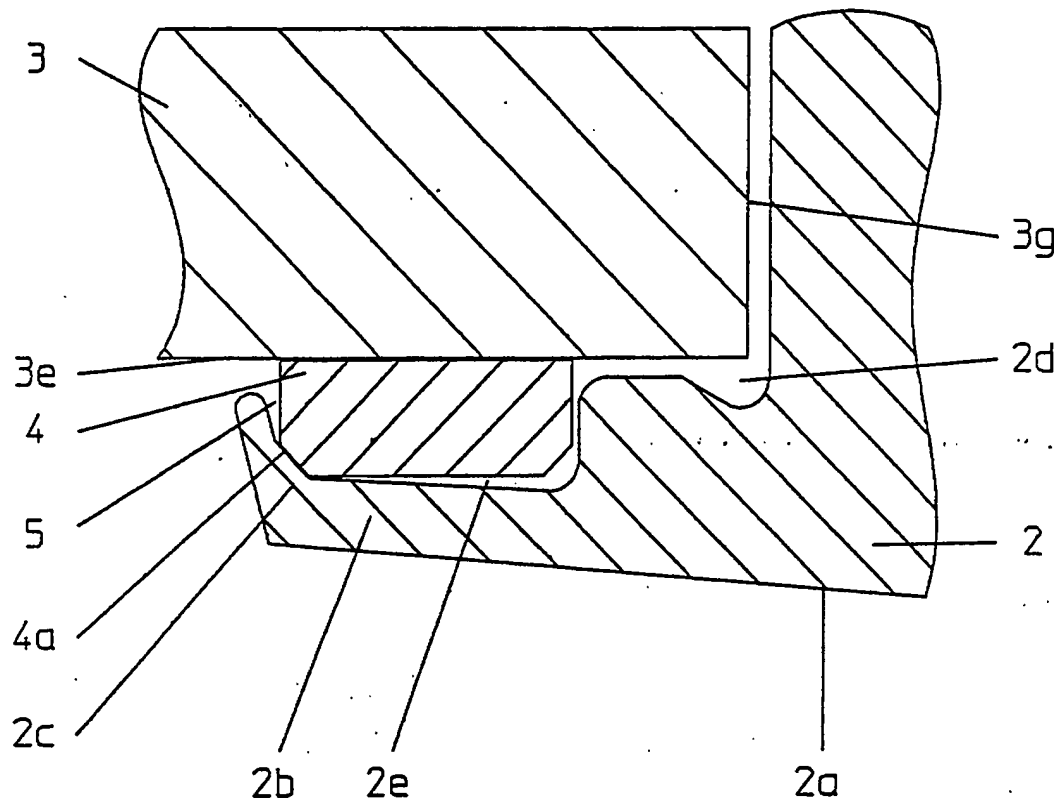


Fig.2



Fig.4

